

Rec'd TO 20 APR 2005

PCT / BE 03 / 00175
10/532007
REC'D 18 NOV 2003
WIPO POT

ROYAUME DE BELGIQUE



Il est certifié que les annexes à la présente sont la copie fidèle de documents accompagnant une demande de brevet d'invention tels que déposée en Belgique suivant les mentions figurant au procès-verbal de dépôt ci-joint.

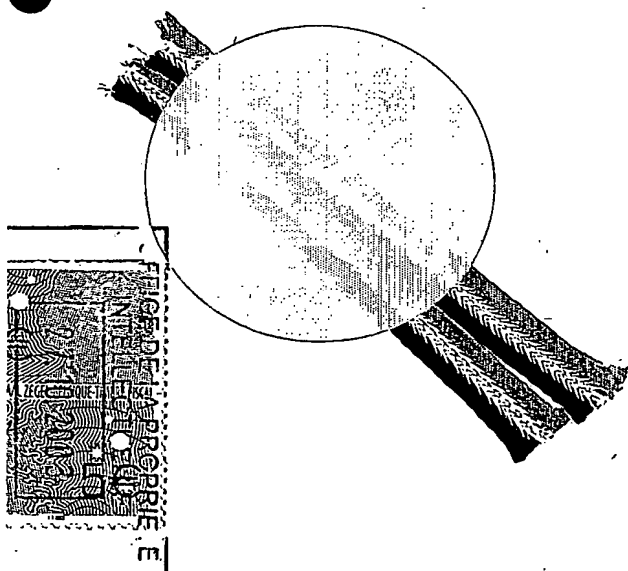
Bruxelles, le 27.-10-2003

Pour le Directeur de l'Office
de la Propriété industrielle

Le fonctionnaire délégué,

PETIT M.
Conseiller adjoint

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)





ADMINISTRATION DE LA POLITIQUE COMMERCIALE
Office de la Propriété Industrielle

N° 2002/0606

Aujourd'hui, le 23.-10-2002 à Bruxelles,

heures 10

minutes 30

Mme Hondius Barbara

- agissant en tant que ☐ Demandeur.
- ☐ Employé du demandeur.
- ☐ Employé d'un établissement effectif du demandeur.
- ☐ Mandataire agréé.
- ☒ Employé du mandataire agréé, M D. CAUCHIE.
- ☐ Avocat.

Se présente à l'OFFICE DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE et y dépose une demande en vue d'obtenir un brevet d'invention relatif à ENSEMBLE DESTINE A LA PULVERISATION CATHODIQUE MAGNETRON.

demandé par : ALLOYS FOR TECHNICAL APPLICATIONS S.A.
Rue du Chêne, 42A
5590 ACHENE-CINEY (Belgique)

La demande, telle que déposée, contient les documents nécessaires pour obtenir une date de dépôt conformément à l'article 16, paragraphe 1^{er}, de la loi du 28 mars 1984 sur les brevets d'invention.

Le déposant,

Le fonctionnaire délégué,

S. DRISQUE
INGENIEUR

Bruxelles, le

23.-10-2002

ENSEMBLE DESTINE A LA PULVERISATION CATHODIQUE MAGNETRON

La présente invention se rapporte, d'une manière
5 générale, à un ensemble destiné à la pulvérisation
cathodique magnétron.

Plus précisément, l'invention concerne un ensemble
destiné à la pulvérisation cathodique magnétron
comprenant une cible de pulvérisation.

10 La méthode bien connue pour le recouvrement d'un
substrat par une fine pellicule de matière, généralement
appelée « sputtering », repose sur la pulvérisation de
cette matière lorsqu'une différence de potentiel de
plusieurs centaines de volts est appliquée entre deux
15 plaques dans une enceinte remplie d'un gaz à une pression
d'environ 0,3 à 7 pascals.

Le gaz, généralement un gaz rare tel que le néon ou
le krypton habituellement l'argon, est ionisé à cette
pression sous l'action du champ électrique et les ions
20 positifs formés bombardent la cathode provoquant le
transport de matière depuis la cible de pulvérisation
cathodique vers le substrat anodique.

Une cathode de pulvérisation cathodique classique
est généralement constituée d'une plaque de base polaire
25 sur laquelle reposent des aimants permanents situés en
son centre et sur sa périphérie, les aimants centraux
étant de polarité inverse de celle des aimants latéraux.

Au surplus, une plaque de refroidissement est
disposée entre les aimants et la cible que ce
30 refroidissement soit direct ou indirect tandis que les
aimants, vu leur sensibilité à la chaleur, sont refroidis
par un circuit d'eau.

Les aimants ainsi disposés créent une induction
magnétique qui, couplée au champ électrique existant,

permet d'augmenter la trajectoire des électrons de manière à confiner le plasma au niveau de la cible. Ce confinement est important car il permet d'augmenter la vitesse de dépôt lors de la pulvérisation cathodique de la cible, et il est maximum lorsque le champ électrique et l'induction magnétique sont perpendiculaires, c'est-à-dire lorsque l'induction magnétique est parallèle à la cible.

Or, vu la forme de l'induction magnétique due aux aimants et son manque d'uniformité, l'espace où cette induction magnétique est parallèle à la cible est très limité et la densité du plasma produit se présente de manière non uniforme, ce qui provoque des taux différents de pulvérisation à la surface de la cible et une usure typique de celle-ci en forme de V et en forme de champ de course (« race-track »). Dans le meilleur des cas, seulement 30 % de la cible peut être utilisé.

Pour améliorer le taux de pulvérisation, il s'avère, par conséquent, nécessaire de modifier la distribution de l'induction magnétique de manière à améliorer l'uniformité de l'érosion de la cible.

Différentes solutions ont été proposées, la plupart d'entre elles consistant à modifier l'assemblage cathodique fixe.

A titre d'exemple, on a proposé dans le brevet US 4198283, un assemblage cathodique magnétron comprenant notamment une cible de pulvérisation et modifié par ajout de pièces polaires fixées à la plaque support de la cible, ces pièces polaires étant destinées à accentuer la courbure du champ magnétique sous forme de boucle fermée au-dessus de la surface de la cible.

De même, le brevet britannique, GB 2209769 décrit un système de pulvérisation dont les moyens inducteurs d'un champ magnétique incluent un matériau magnétique

s'étendant en direction de l'anode au-delà de la surface supportant la cible sur son côté éloigné de l'anode. Ce matériau polaire est séparé de la cible circulaire par un anneau en aluminium.

5 En outre, on a exposé dans l'article extrait de « 38th Annual Technical Conference Proceeding » page 414, une méthode pour accroître la performance de cibles planes pour pulvérisation magnétron par utilisation d'une
10 pièce ferromagnétique de liaison placée entre l'assemblage des aimants et la cible de façon à modifier favorablement le champ magnétique au niveau de la surface de cette cible.

L'ensemble des méthodes évoquées ci-dessus nécessitent l'apport de modifications parfois très
15 lourdes au niveau du dispositif fixe de pulvérisation représenté par le magnétron en particulier l'assemblage cathodique fixe. Comme ces modifications doivent tenir compte non seulement des caractéristiques du magnétron ou de sa cathode de pulvérisation mais également des
20 propriétés de la cible utilisée, tout changement de ces propriétés risque, en conséquence, de rendre inefficaces les modifications en question et d'en éliminer les avantages recherchés au niveau de l'érosion de cette cible.

25 La présente invention a pour but de proposer un ensemble destiné à la pulvérisation cathodique magnétron comprenant une cible de pulvérisation qui permet de pallier les inconvénients de l'état de la technique et notamment d'éviter d'apporter des modifications à
30 l'assemblage fixe du magnétron.

Pour atteindre ce but, l'ensemble du type indiqué précédemment est caractérisé en ce qu'il comprend, outre la cible de pulvérisation, au moins une pièce ferromagnétique insérée dans cette cible ou juxtaposée à

celle-ci et en ce qu'il est configuré de manière à modifier l'induction magnétique créée par le magnétron au niveau de la surface de pulvérisation de cette cible.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, l'ensemble est configuré de manière à modifier la courbure des lignes d'induction magnétique.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble est configuré de manière à réduire la courbure des lignes d'induction magnétique en particulier de manière à accroître le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de cette cible.

Selon une caractéristique particulière et préférée, la pièce ferromagnétique est insérée complètement ou partiellement dans la cible.

Cette pièce ferromagnétique, faisant partie de l'ensemble selon l'invention, est constituée de matériau perméable au champ magnétique tel qu'acier, fer doux ou alliage magnétique doux (« PERMALLOY® ») par exemple un alliage fer-nickel comportant éventuellement un autre métal comme le molybdène.

Cette pièce polaire peut être, selon le cas, insérée complètement ou partiellement dans la cible en remplacement d'une portion extraite de celle-ci. En tout état de cause, cette portion extraite est remplacée en totalité par une portion correspondante de pièce ferromagnétique.

Lorsque la cible est constituée d'un matériau à bas point de fusion tel que le zinc, la ou les pièces ferromagnétiques seront insérées ou juxtaposées, préférentiellement et dans la mesure du possible, aux extrémités de cette cible pour maintenir un refroidissement efficace de celle-ci et éviter sa liquéfaction.

D'autre part, la pièce ferromagnétique, lorsqu'elle est insérée dans la cible, peut constituer également un indicateur de fin d'utilisation de cette cible lorsque l'érosion de celle-ci aura atteint la pièce ferromagnétique en question.

Quant à la cible, celle-ci peut adopter différentes formes telles que forme circulaire ou rectangulaire avec angles arrondis ou non.

L'invention propose également un procédé de fabrication de l'ensemble destiné à la pulvérisation cathodique magnétron selon l'invention, caractérisé en ce que :

- soit
l'on insère en totalité ou partiellement dans la cible une pièce ferromagnétique après extraction, à un emplacement prédéterminé de cette cible, d'une portion de celle-ci que l'on remplace par une portion équivalente de ladite pièce ferromagnétique

- soit
l'on juxtapose à la cible à un emplacement prédéterminé de celle-ci, une pièce ferromagnétique.

L'insertion ou la juxtaposition de la pièce ferromagnétique est réalisée après avoir prédéterminé non seulement l'emplacement mais également la forme et la grandeur de cette pièce, selon le type de modification recherchée au niveau de l'induction magnétique créée initialement par le circuit magnétique du magnétron.

Généralement et préférentiellement, on effectue cette prédétermination de position, forme et grandeur de pièce à l'aide d'une modélisation bidimensionnelle ou tridimensionnelle de l'induction magnétique, obtenue par technique informatique assistée par logiciel approprié.

Cette modélisation permet de visualiser la géométrie de l'induction magnétique, l'induction magnétique elle-même et les lignes d'induction magnétique calculées au préalable. On valide ensuite cette
5 modélisation par comparaison entre les valeurs calculées d'induction magnétique et les valeurs mesurées correspondantes.

Dans le cas où la modification recherchée consiste en une augmentation de la courbure des lignes d'induction
10 magnétique au niveau de la surface de pulvérisation de la cible de manière à accroître le parallélisme de ces lignes d'induction, on valide également la modélisation pour la composante verticale de l'induction modélisée par comparaison entre les valeurs calculées de cette
15 composante verticale et les valeurs correspondantes mesurées.

Dans une étape suivante, on intègre dans l'induction magnétique modélisée, une pièce ferromagnétique virtuelle, et on recherche la modification souhaitée de
20 l'induction magnétique par translation de cette pièce dans l'induction modélisée par exemple en vue d'augmenter la courbure des lignes d'induction magnétique au niveau de la surface de pulvérisation de la cible ou, d'une autre manière, en vue de diminuer la valeur de la
25 composante d'induction magnétique verticale, soit B_z .

Sachant que l'ajout de cette pièce ferromagnétique diminue l'induction magnétique totale, soit B_{total} , représenté par la racine carrée de $(B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)$ à l'endroit d'intégration dans la cible ou de juxtaposition
30 à celle-ci, on optimise la position, la forme et la dimension de cette pièce dans l'induction modélisée.

En d'autres termes, dans le cas où une augmentation du parallélisme des lignes d'induction magnétique au-dessus de la surface de pulvérisation de la cible est

recherchée, cette optimisation a pour but de sélectionner la ou les zones d'induction magnétique où la valeur du paramètre B_z est la plus faible possible

B_{total}

- 5 tout en gardant une induction magnétique suffisante pour un confinement efficace des électrons au niveau de la surface de pulvérisation de la cible, généralement une induction au moins égale à 100 gauss.

Lorsque ce paramètre est nul, les lignes d'induction magnétique sont parfaitement parallèles à la cible et s'il est égal à 1, ces lignes sont purement verticales.

Il suffit alors de repérer, sur la cible de pulvérisation réelle, l'emplacement optimisé pour la pose de la pièce ferromagnétique réelle de forme et de grandeur ainsi définies et de procéder à l'insertion ou à la juxtaposition de cette pièce.

Cette insertion se pratique habituellement selon des techniques connues après avoir extrait, par découpe, la portion nécessaire de cible et consiste à remplacer celle-ci par une portion équivalente de pièce ferromagnétique dont la forme a été obtenue notamment par usinage.

Quant à la juxtaposition de la pièce ferromagnétique à la cible de pulvérisation, celle-ci s'opère généralement de manière connue par exemple par collage.

Compte tenu de ce qui précède et selon un de ses aspects particuliers, l'invention se rapporte, en conséquence, à un procédé de fabrication d'un ensemble selon l'invention, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- 30 a) déterminer par mesure les valeurs de l'induction magnétique totale créée par le magnétron,
- b) modéliser, par technique informatique assistée par logiciel, l'induction

magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,

c) comparer les valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées précédemment,

d) rechercher, dans cette induction magnétique modélisée, les emplacement, forme et grandeur d'une pièce ferromagnétique virtuelle capable de modifier, de manière souhaitée, l'induction magnétique au niveau de la surface de pulvérisation de la cible,

e) optimiser les emplacement, forme et grandeur recherchés,

f) ajouter à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé, une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce, soit par insertion dans cette cible soit par juxtaposition à celle-ci.

Selon une caractéristique supplémentaire du procédé, selon l'invention, les emplacement, forme et grandeur, recherchés de la pièce ferromagnétique sont optimisés à l'aide du paramètre B_z lorsque la modification de

B_{total}

l'induction magnétique consiste à accroître le parallélisme des lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible.

En conséquence, et selon un de ses aspects particuliers, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un ensemble selon l'invention pour réduire la courbure des lignes d'induction magnétique et accroître le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- a) déterminer par mesure les valeurs de l'induction magnétique totale créée par le magnétron et de la composante verticale de cette induction magnétique,
- 5 b) modéliser, par technique informatique assistée par logiciel, l'induction magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,
- c) comparer les valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées
- 10 précédemment,
- d) rechercher, dans cette induction modélisée, les emplacement, forme et grandeur d'une pièce ferromagnétique virtuelle capable de réduire la courbure des lignes d'induction magnétique et
- 15 d'augmenter le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible,
- e) optimiser les emplacement, forme et grandeur recherchés, au moyen du paramètre B_z ,
- 20 B_{total} ,
- f) ajouter à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé, une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce, soit
- 25 par insertion dans cible soit par juxtaposition à celle-ci .

Un autre objet de l'invention concerne un ensemble destiné à la pulvérisation cathodique magnétron obtenu selon le procédé de l'invention.

- 30 En outre, un autre objet de l'invention concerne l'utilisation d'un ensemble selon l'invention, tel que défini précédemment, pour la formation d'un dépôt filmogène sur un substrat par mise en œuvre d'un procédé de pulvérisation cathodique.

De même, l'invention se rapporte à un dépôt
filmogène sur substrat, caractérisé en ce qu'il est
obtenu par mise en œuvre d'un procédé de pulvérisation
cathodique au départ d'un ensemble selon l'invention, tel
5 que défini précédemment.

Un tel ensemble, selon l'invention, destiné à la
pulvérisation cathodique magnétron présente des avantages
incontestables par rapport à l'état de la technique. En
fait, il permet d'augmenter l'uniformisation de l'usure
10 de la cible de pulvérisation qui en constitue un des
éléments, ce qui se traduit par un élargissement
significatif de la zone d'érosion et par une réduction
concomitante du sillon d'érosion en forme de V. De cette
manière, l'utilisation de la cible peut être
15 considérablement améliorée puisqu'il est possible
d'atteindre un taux d'érosion de l'ordre de 70 %.

En outre, l'utilisation d'un tel ensemble destiné à
la pulvérisation cathodique magnétron présente l'avantage
supplémentaire d'éviter toute modification du magnétron
20 mais d'agir uniquement au niveau de la cible qui
représente un élément amovible et facilement accessible
sur un magnétron.

En conséquence, l'invention se rapporte également à
une méthode pour uniformiser l'érosion à la surface de
25 pulvérisation d'une cible destinée à la pulvérisation
cathodique magnétron, caractérisée en ce que l'on utilise
un ensemble comprenant ladite cible de pulvérisation et
au moins une pièce ferromagnétique ajoutée à celle-ci,
par insertion ou par juxtaposition, à un emplacement
30 prédéterminé de cette cible, ensemble obtenu par mise en
œuvre des étapes suivantes :

- a) détermination par mesure des valeurs de
l'induction magnétique totale créée par le

- magnétron et de la composante verticale de cette induction magnétique,
- 5 b) modélisation par technique informatique assistée par logiciel de cette induction magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,
- c) comparaison des valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées précédemment,
- 10 d) recherche, dans cette induction modélisée, des emplacement, forme et grandeur, d'une pièce ferromagnétique capable de réduire la courbure des lignes d'induction magnétique et d'augmenter le parallélisme de ces lignes d'induction au
- 15 niveau de la surface de pulvérisation de la cible,
- e) optimisation des emplacement, forme et grandeur recherchés, au moyen du paramètre B_z ,
 B_{total}
- 20 f) ajout à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé, d'une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce, soit par insertion dans cette cible soit par
- 25 juxtaposition à celle-ci.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative

30 qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemples illustrant des exemples de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'une coupe frontale d'une cathode de pulvérisation magnétron munie d'une cible de pulvérisation
- 5 - la figure 2 est une représentation graphique bidimensionnelle de la mesure de l'induction magnétique totale au niveau de la surface de pose de la cible de pulvérisation
- la figure 3 est une représentation graphique bidimensionnelle de la mesure de la composante verticale de l'induction magnétique à la figure 2
- 10 - la figure 4 est une représentation bidimensionnelle d'une modélisation de l'induction magnétique au-dessus de la surface de pulvérisation de la cible à la figure 1
- 15 - la figure 5 est une représentation graphique bidimensionnelle comparative de la mesure de l'induction magnétique totale à la figure 2 et du calcul de la même induction magnétique totale
- 20 - la figure 6 est une représentation graphique bidimensionnelle comparative de la mesure de la composante d'induction magnétique verticale à la figure 3 et du calcul de la même composante magnétique verticale
- 25 - la figure 7 est une représentation graphique du quotient $\frac{B_z}{B_{total}}$ pour l'induction magnétique calculée à la surface de pulvérisation de la cible
- la figure 8 est une représentation graphique bidimensionnelle de la modélisation à la figure 3 avec pièce ferromagnétique
- 30 - la figure 9 est une représentation graphique bidimensionnelle comparative de l'induction

magnétique totale calculée au niveau de la surface de pulvérisation de la cible avec ou sans pièce ferromagnétique

- 5 - les figures 10 à 11 sont des représentations graphiques bidimensionnelles comparatives d'une simulation informatique de l'érosion de cibles avec ou sans pièce ferromagnétique

EXEMPLE 1

10

Sur un magnétron équipé d'un assemblage cathodique de pulvérisation illustré de manière schématique à la figure 1, on a représenté en 1, une cible dont la surface de pulvérisation est représentée en 2. Cette cible est
15 fixée sur une plaque 3 en cuivre formant support maintenue sur un refroidisseur 4 au moyen d'un clamp 5 tandis qu'une cuvette 6 creusée à partir de la partie supérieure du refroidisseur 4 sert à contenir un liquide, habituellement l'eau, destiné au refroidissement de
20 ladite plaque 2.

On recherche les caractéristiques physiques du magnétron et, à cet effet, on repère sur l'assemblage cathodique la position des aimants permanents 7a et 7b et des pièces ferromagnétiques 8 et 9 de la cathode puis on
25 mesure de manière conventionnelle et au moyen d'un appareil de mesure approprié l'induction magnétique totale soit B_{total} . Pour des raisons d'accessibilité, on réalise cette mesure au niveau de la surface de pose de la cible 1 sur la plaque de refroidissement 3. On
30 pratique de cette façon à partir de l'axe central vertical z ou axe de symétrie vertical de cette cathode sur un segment de droite X-X' perpendiculaire à l'axe z et à l'axe central longitudinal y ou axe de symétrie

longitudinal, et à différents endroits de ce segment de 120 mm de longueur.

On effectue de manière analogue la mesure de la composante verticale de cette induction magnétique, soit

5 Bz.

On a représenté aux figures 2 et 3 les courbes d'induction magnétique ainsi relevées pour B_{total} et pour Bz respectivement.

Avec l'assistance d'un logiciel informatique approprié, on calcule alors B_{total} et Bz par une méthode élément fini et on procède à une modélisation informatique bidimensionnelle de l'induction magnétique calculée tel qu'illustré à la figure 4.

Cette figure montre la géométrie modélisée de l'induction magnétique, l'induction magnétique représentée par des flèches et les lignes d'induction calculées.

Une comparaison entre la courbe représentant B_{total} calculé et la courbe représentant B_{total} mesuré illustrée à la figure 2 permet de valider la modélisation proposée à la figure 5.

Une comparaison analogue effectuée entre la courbe représentant B calculé et celle représentant Bz mesuré tel que représenté à la figure 3 permet d'arriver à la même conclusion comme le montre la figure 6.

Dans une étape ultérieure, on intègre dans l'induction magnétique modélisée, une pièce ferromagnétique virtuelle de façon à provoquer une modification de la distribution de cette induction magnétique, dans le cas présent, en vue d'augmenter la courbure des lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation 2 de la cible 1 ou, d'une autre manière, de diminuer la valeur de Bz.

La figure 7 montre, sous forme graphique, une comparaison entre les valeurs de ce paramètre, en l'absence ou en présence d'une pièce ferromagnétique, obtenues le long du segment de droite considéré X-X', au
5 niveau de la surface de pulvérisation de la cible.

On observe qu'en l'absence de pièce ferromagnétique intégrée à la cible, $B_z = 0$ à une distance de

$\overline{B_{total}}$

58 mm de l'axe central z de la cathode. A cet endroit, B_z
10 est nul et les lignes d'induction magnétique sont parallèles à la surface de la cible.

Par contre, l'intégration d'une pièce ferromagnétique de forme et de dimension appropriées à un endroit déterminé de l'induction magnétique permet
15 d'annuler également ce paramètre aux distances de 46 mm et 69 mm à partir de l'axe z et ainsi d'accroître le parallélisme des lignes d'induction par rapport à cette cible.

La modélisation du champ d'induction magnétique
20 modifié au moyen de la pièce ferromagnétique 10 ci-dessus illustre parfaitement à la figure 8 l'augmentation du parallélisme des lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation 2 de la cible 1 par rapport aux
lignes d'induction au même endroit de la même cible
25 exempte de pièce ferromagnétique tel que représenté à la figure 4.

Par ailleurs, comme le montre et le confirme la figure 9, la position choisie, pour l'intégration d'une pièce ferromagnétique peut être valablement retenue
30 puisque l'induction magnétique reste supérieure à 100 gauss.

A l'endroit ainsi repéré de la cible de pulvérisation 1, on découpe et extrait une portion de celle-ci, portion dont les extrémités sont situées

respectivement à 38 mm et 58 mm de l'axe z et on remplace le volume extrait par un volume équivalent de pièce ferromagnétique dont la surface extérieure affleure à la surface de pose de la cible 1 sur la plaque de refroidissement 3.

Une simulation par technique informatique de l'érosion, après pulvérisation cathodique de la cible faisant partie de l'ensemble ainsi fabriqué montre à la figure 10 un élargissement, significatif de la zone d'érosion illustré par la courbe B par rapport à l'érosion illustrée par la courbe A, enregistrée chez une même cible exempte de pièce ferromagnétique insérée ou juxtaposée.

Dans l'exemple ci-dessus, la pièce ferromagnétique 10 est insérée à la partie inférieure de la cible. Toutefois, d'autres possibilités existent qui dépendent notamment des propriétés du matériau constitutif de la cible et des facilités d'usinage.

20

EXEMPLE 2

De la même manière qu'à l'Exemple 1, on a fabriqué un ensemble comportant une cible de pulvérisation et une pièce ferromagnétique insérée dans celle-ci, l'ensemble étant configuré de manière à réduire la courbure de l'induction magnétique et accroître le parallélisme des lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible.

Une simulation par technique informatique de l'érosion, après pulvérisation cathodique de la cible faisant partie de l'ensemble ainsi fabriqué montre à la figure 11 un élargissement extrêmement important de la zone d'érosion illustrée par la courbe D, par rapport à l'érosion illustrée par la courbe C, enregistrée chez une

2002/0606

17

même cible exempte de pièce ferromagnétique insérée ou juxtaposée.

REVENDEICATIONS

1. Ensemble destiné à la pulvérisation cathodique
5 magnétron comprenant une cible de pulvérisation,
caractérisé en ce qu'il comprend, outre la cible de
pulvérisation, au moins une pièce ferromagnétique insérée
dans cette cible ou juxtaposée à celle-ci et en ce qu'il
est configuré de manière à modifier l'induction
10 magnétique créée par le magnétron au niveau de la surface
de pulvérisation de cette cible.

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé
en ce qu'il est configuré de manière à modifier la
courbure des lignes d'induction magnétique.

15 3. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé
en ce qu'il est configuré de manière à réduire la
courbure des lignes d'induction magnétique et à accroître
le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la
surface de pulvérisation de la cible.

20 4. Ensemble selon une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que la pièce ferromagnétique est
insérée complètement ou partiellement dans la cible.

5. Ensemble selon une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que la pièce ferromagnétique insérée
25 constitue un indicateur de fin d'utilisation de la cible.

6. Procédé de fabrication d'un ensemble selon une
des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que :

- soit

30 l'on insère en totalité ou partiellement dans la
cible une pièce ferromagnétique après extraction, à
un emplacement prédéterminé de cette cible, d'une
portion de celle-ci que l'on remplace par une
portion équivalente de ladite pièce ferromagnétique

- soit

l'on juxtapose à la cible à un emplacement prédéterminé de celle-ci, une pièce ferromagnétique.

5 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'emplacement de la pièce ferromagnétique ainsi que sa forme et sa grandeur sont prédéterminées à l'aide d'une modélisation bidimensionnelle ou tridimensionnelle de l'induction magnétique, obtenue par technique informatique assistée par logiciel.

10 8. Procédé de fabrication d'un ensemble selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à :

15 a) déterminer par mesure les valeurs de l'induction magnétique totale créée par le magnétron,

b) modéliser, par technique informatique assistée par logiciel, l'induction magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,

20 c) comparer les valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées précédemment,

25 d) rechercher, dans cette induction magnétique modélisée, les emplacement, forme et grandeur d'une pièce ferromagnétique virtuelle capable de modifier, de manière souhaitée, l'induction magnétique au niveau de la surface de pulvérisation de la cible,

30 e) optimiser les emplacement, forme et grandeur recherchés,

f) ajouter à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce,

soit par insertion dans cette cible soit par juxtaposition à celle-ci.

5 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que les emplacement, forme et grandeur recherchés de la pièce ferromagnétique sont optimisés à l'aide du paramètre B_z lorsque la modification de l'induction

B_{total}

10 magnétique consiste à accroître le parallélisme des lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible.

10. Procédé de fabrication d'un ensemble selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il consiste à :

15 a) déterminer par mesure les valeurs de l'induction magnétique totale créée par le magnétron et de la composante verticale de cette induction magnétique,

20 b) modéliser, par technique informatique assistée par logiciel, l'induction magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,

c) comparer les valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées précédemment,

25 d) rechercher, dans cette induction modélisée, les emplacement, forme et grandeur d'une pièce ferromagnétique virtuelle capable de réduire la courbure des lignes d'induction magnétique et d'augmenter le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible,

30 e) optimiser les emplacement, forme et grandeur recherchés, au moyen du paramètre B_z ,

B_{total}

f) ajouter à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé, une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce, soit par insertion dans cette cible soit par juxtaposition à celle-ci.

11. Ensemble obtenu par mise en œuvre du procédé selon une des revendications 6 à 10.

12. Utilisation d'un ensemble selon une des revendications 1 à 5 pour la formation d'un dépôt filmogène sur un substrat par mise en œuvre d'un procédé de pulvérisation cathodique.

13. Dépôt filmogène sur un substrat, caractérisé en ce qu'il est obtenu par mise en œuvre d'un procédé de pulvérisation cathodique au départ d'un ensemble selon une des revendications 1 à 5.

14. Méthode pour uniformiser l'érosion à la surface de pulvérisation d'une cible destinée à la pulvérisation cathodique magnétron, caractérisée en ce que l'on utilise un ensemble comprenant ladite cible de pulvérisation et au moins une pièce ferromagnétique ajoutée à celle-ci, par insertion ou par juxtaposition, à un emplacement prédéterminé de cette cible, ensemble obtenu par mise en œuvre des étapes suivantes :

a) détermination par mesure des valeurs de l'induction magnétique totale créée par le magnétron et de la composante verticale de cette induction magnétique,

b) modélisation par technique informatique assistée par logiciel de cette induction magnétique à partir des caractéristiques physiques du magnétron,

- c) comparaison des valeurs modélisées de l'induction magnétique avec les valeurs mesurées précédemment,
- d) recherche, dans cette induction modélisée des emplacement, forme et grandeur d'une pièce ferromagnétique capable de réduire la courbure des lignes d'induction magnétique et d'augmenter le parallélisme de ces lignes d'induction au niveau de la surface de pulvérisation de la cible,
- e) optimisation des emplacement, forme et grandeur recherchés, au moyen du paramètre B_z ,
 B_{total}
- f) ajout à la cible de pulvérisation et à l'emplacement ainsi déterminé, d'une pièce ferromagnétique répondant aux coordonnées de forme et de grandeur ainsi définies et ce, soit par insertion dans cette cible soit par juxtaposition à celle-ci.

A line graph showing the variation of magnetic induction (Gauss) as a function of distance from the central axis (m). The y-axis is labeled 'Induction magnétique (Gauss)' and ranges from 200 to 800. The x-axis is labeled 'distance par rapport à l'axe central (m)' and ranges from 0 to 0.12. The curve starts at approximately 380 Gauss at 0 m, rises to a local maximum of about 470 Gauss at 0.02 m, dips to a local minimum of about 250 Gauss at 0.06 m, and then rises to a global maximum of about 760 Gauss at 0.11 m, before dropping to about 370 Gauss at 0.12 m.

distance par rapport à l'axe central (m)	Induction magnétique (Gauss)
0.00	380
0.01	400
0.02	470
0.03	450
0.04	380
0.05	300
0.06	250
0.07	260
0.08	330
0.09	480
0.10	600
0.11	760
0.12	370

Fig. 2

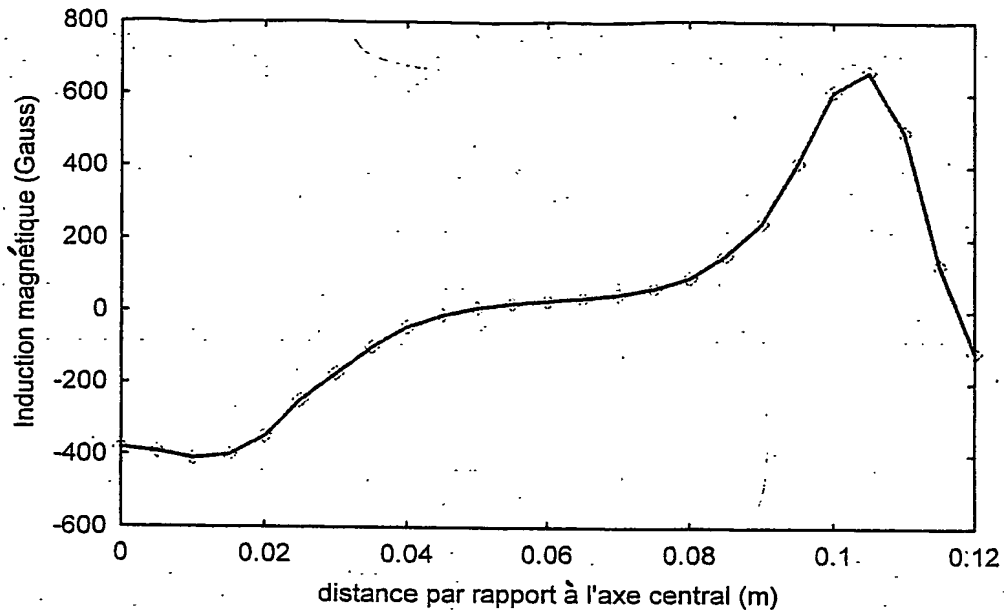


Fig. 3

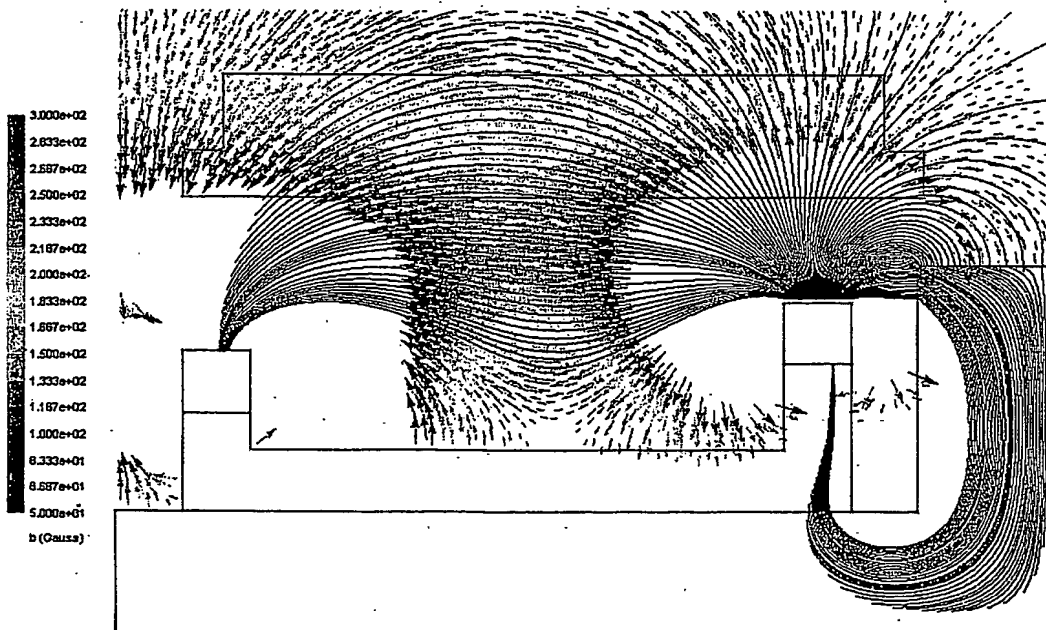


Fig. 4

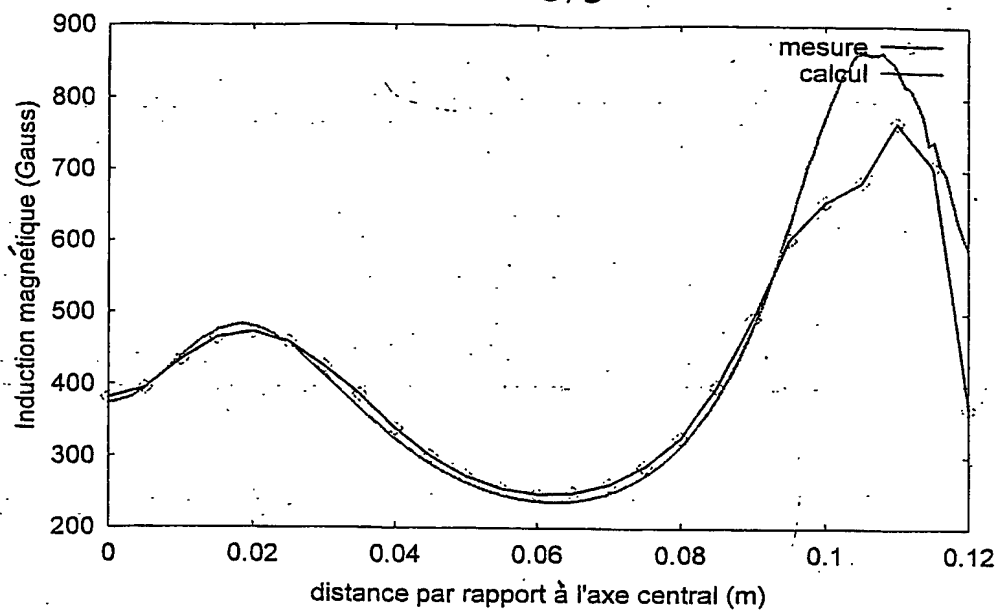


Fig. 5

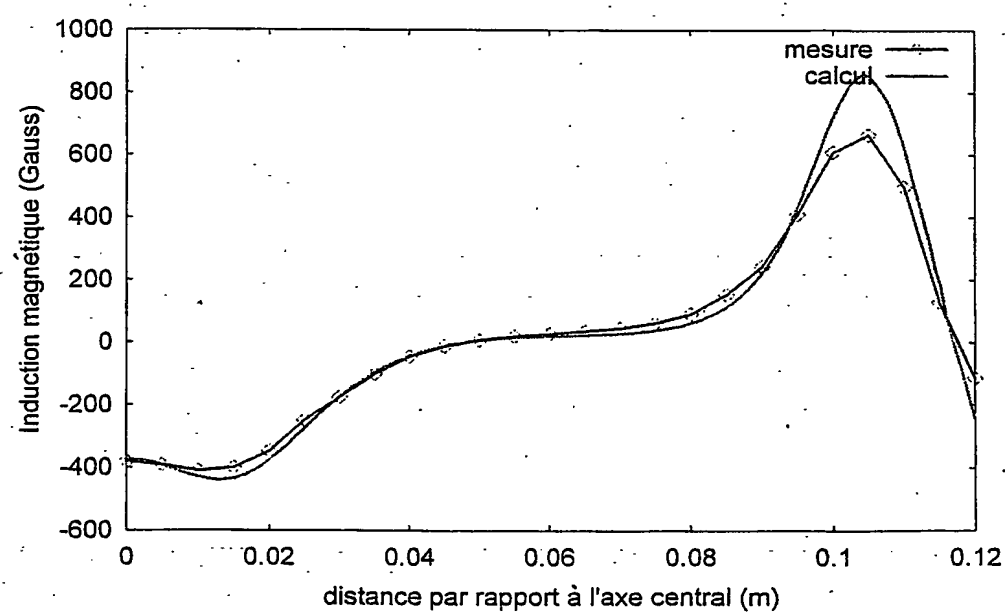


Fig. 6

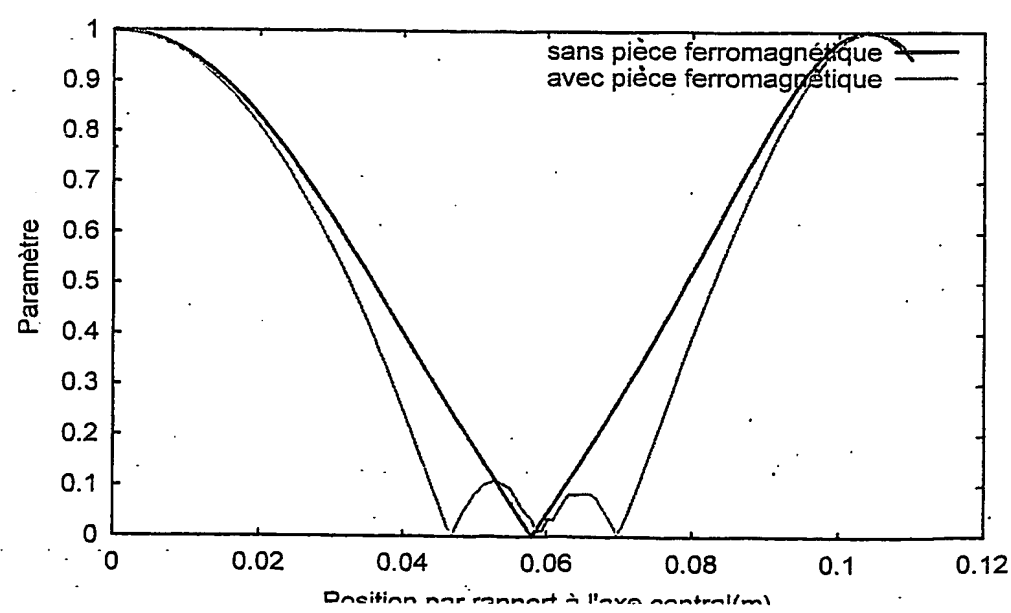


Fig. 7

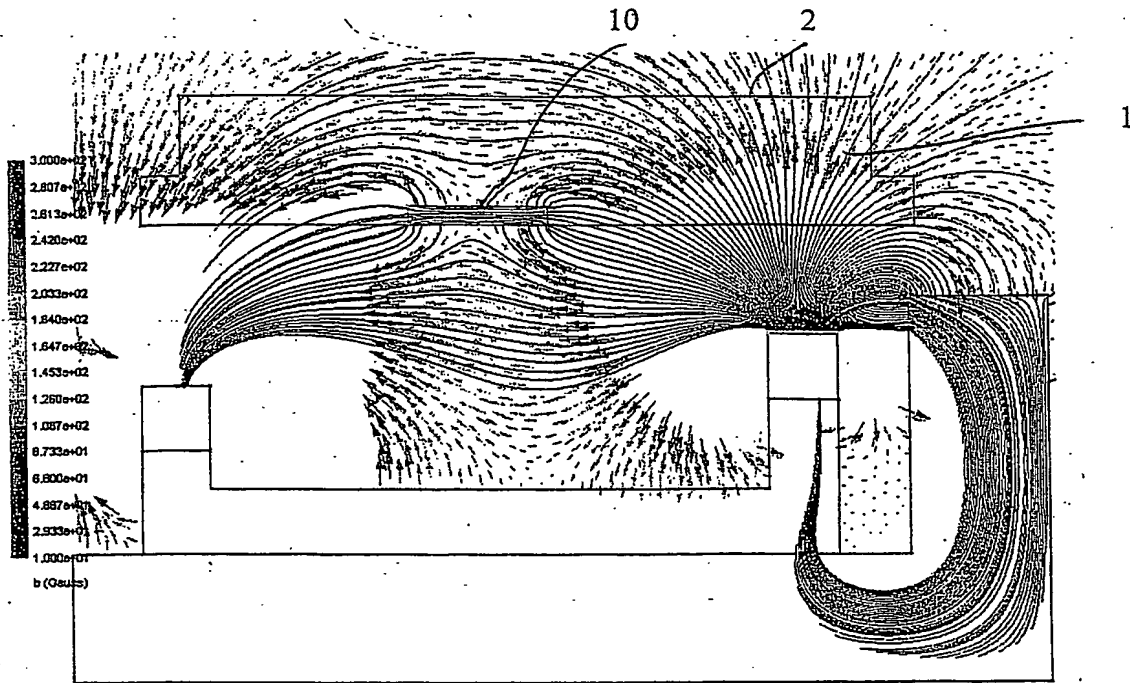


Fig. 8

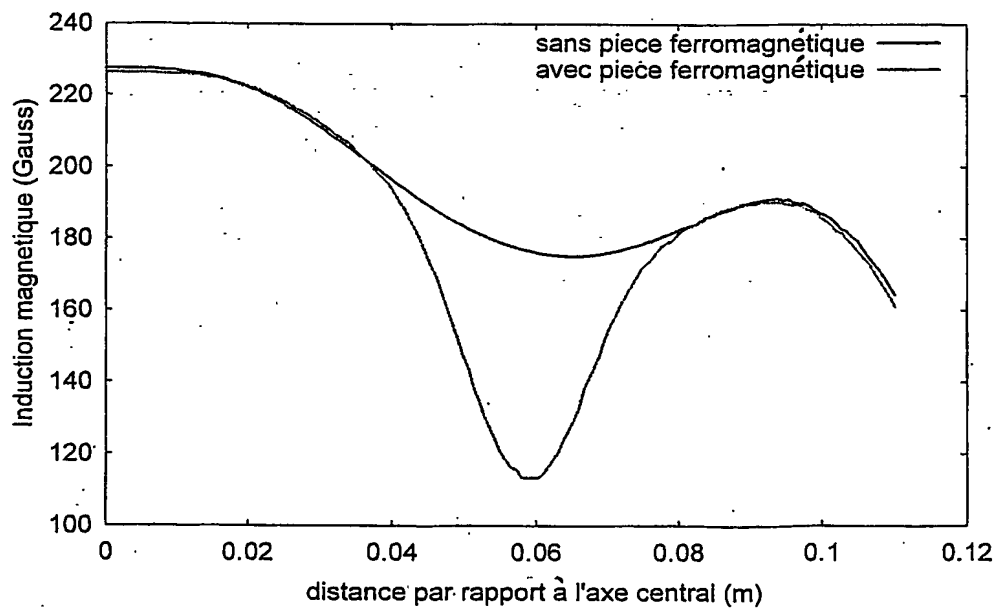


Fig. 9

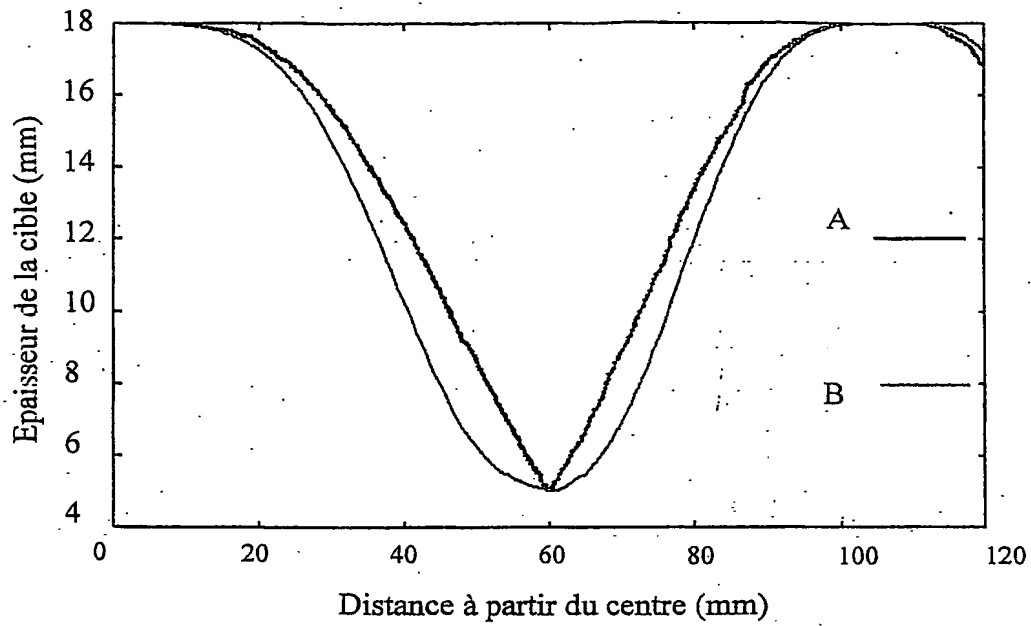


Fig. 10

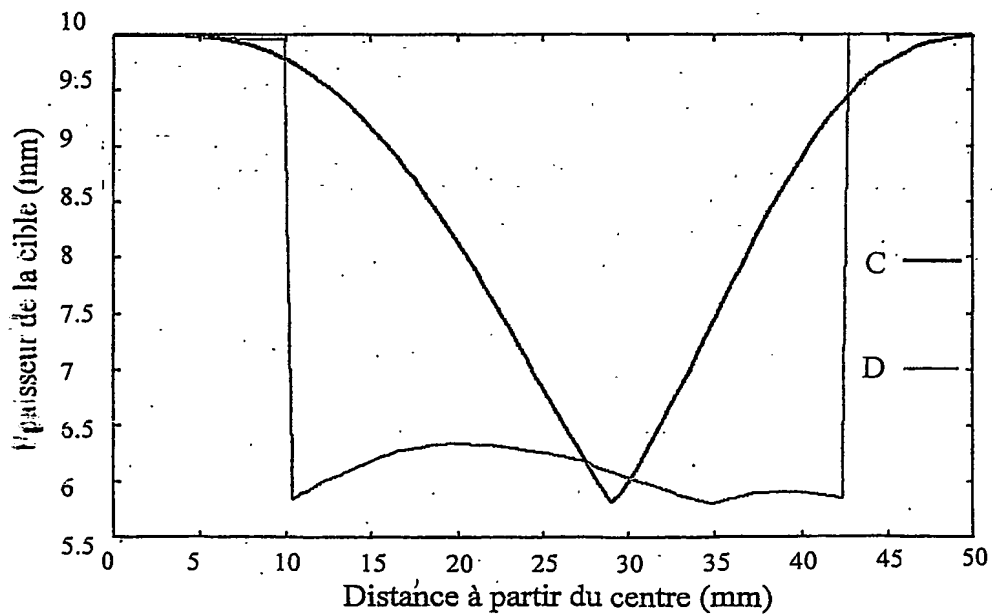


Fig. 11

ABREGEENSEMBLE DESTINE A LA PULVERISATION CATHODIQUE MAGNETRON

5

L'invention concerne un ensemble destiné à la pulvérisation cathodique magnétron comprenant une cible de pulvérisation.

10 L'invention est caractérisée en ce que outre la cible de pulvérisation, l'ensemble comprend au moins une pièce ferromagnétique insérée dans cette cible ou juxtaposée à celle-ci et en ce qu'il est configuré de manière à modifier l'induction magnétique créée par le magnétron au niveau de la surface de pulvérisation de
15 cette cible.